

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



FEE TRANSMITTAL for FY 2004

Effective 01/01/2004. Patent fees are subject to annual revision.

☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27.

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT

(\$)

Complete if Known

Application Number	10/824,310
Filing Date	April 13, 2004
First Named Inventor	Junko Yotani
Examiner Name	
Art Unit	
Attorney Docket No.	96790P453

METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit card ☐ Money Order ☐ Other ☐ None
☒ Deposit Account

Deposit Account Number

02-2666

Deposit Account Name

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

The Commissioner is authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☐ Credit any overpayments
☒ Charge any additional fee(s) or underpayment of fees as required under 37 CFR §§ 1.16, 1.17, 1.18 and 1.20.
☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee to the above-identified deposit account

FEE CALCULATION

1. BASIC FILING FEE

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1001	770	2001	385	Utility filing fee	
1002	340	2002	170	Design filing fee	
1003	530	2003	265	Plant filing fee	
1004	770	2004	385	Reissue filing fee	
1005	160	2005	80	Provisional filing fee	
SUBTOTAL (1)					(\$)

2. EXTRA CLAIM FEES

Total Claims - 20 = X =
Independent Claims - 3 = X =
Multiple Dependent

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1202	18	2202	9	Claims in excess of 20	
1201	86	2201	43	Independent claims in excess of 3	
1203	290	2203	145	Multiple Dependent claim, if not paid	
1204	86	2204	43	**Reissue independent claims over original patent	
1205	18	2205	9	**Reissue claims in excess of 20 and over original patent	
SUBTOTAL (2)					(\$)

**or number previously paid, if greater. For Reissues, see below

FEE CALCULATION (continued)

3. ADDITIONAL FEES

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1051	130	2051	65	Surcharge - late filing fee or oath	
1052	50	2052	25	Surcharge - late provisional filing fee or cover sheet	
2053	130	2053	130	Non-English specification	
1812	2,520	1812	2,520	For filing a request for ex parte reexamination	
1804	920 *	1804	920 *	Requesting publication of SIR prior to Examiner action	
1805	1,840 *	1805	1,840 *	Requesting publication of SIR after Examiner action	
1251	110	2251	55	Extension for reply within first month	
1252	420	2252	210	Extension for reply within second month	
1253	960	2253	475	Extension for reply within third month	
1254	1,480	2254	740	Extension for reply within fourth month	
1255	1,210	2255	605	Extension for reply within fifth month	
1404	330	2401	165	Notice of Appeal	
1402	330	2402	165	Filing a brief in support of an appeal	
1403	290	2403	145	Request for oral hearing	
1451	1,510	2451	1,510	Petition to institute a public use proceeding	
1452	110	2452	55	Petition to revive - unavoidable	
1453	1,330	2453	665	Petition to revive - unintentional	
1501	1,330	2501	665	Utility issue fee (or reissue)	
1502	480	2502	240	Design issue fee	
1503	640	2503	320	Plant issue fee	
1460	130	2460	130	Petitions to the Commissioner	
1807	50	1807	50	Processing fee under 37 CFR 1.17(q)	
1806	180	1806	180	Submission of Information Disclosure Stmt	
8021	40	8021	40	Recording each patent assignment per property (times number of properties)	
1809	770	1809	385	Filing a submission after final rejection (37 CFR § 1.129(a))	
1810	770	2810	385	For each additional invention to be examined (37 CFR § 1.129(b))	
1801	770	2801	385	Request for Continued Examination (RCE)	
1802	900	1802	900	Request for expedited examination of a design application	

Other fee (specify)

* Reduced by Basic Filing Fee Paid

SUBTOTAL (3)

(\$)

SUBMITTED BY

Complete (if applicable)

Name (Print/Type)

Eric S. Hyman

Registration No.
(Attorney/Agent)

30,139

Telephone

(310) 207-3800

Signature

Eric S. Hyman

Date

4/26/04



TRANSMITTAL FORM (to be used for all correspondence after initial filing)		Application No.	10/824,310
		Filing Date	April 13, 2004
		First Named Inventor	Junko Yotani
		Art Unit	
		Examiner Name	
Total Number of Pages in This Submission	6	Attorney Docket Number	96790P453

ENCLOSURES (check all that apply)		
<input checked="" type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment / Response <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input type="checkbox"/> PTO/SB/08 <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application <input type="checkbox"/> Basic Filing Fee <input type="checkbox"/> Declaration/POA <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">Request for Priority; return postcard</div>
Remarks		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual name	Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139 BLAKELY, SOKOLOFF, TAYLOR & ZAFMAN LLP
Signature	
Date	4/26/04

CERTIFICATE OF MAILING/TRANSMISSION			
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.			
Typed or printed name	Melissa Stead		
Signature		Date	4-26-04



DOCKET NO.: 96790P453

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

JUNKO YOTANI, ET AL.

Application No.: 10/824,310

Filed: April 13, 2004

For: **Method of Manufacturing
Electron-Emitting Source**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

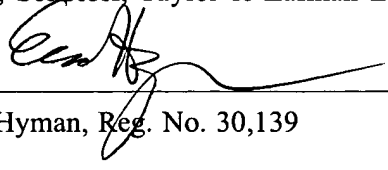
COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
Japan	110299/2003	15 April 2003

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 4/26/04


Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.


Melissa Stead

4-26-04
Date

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 1 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 0 2 9 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 1 0 2 9 9]

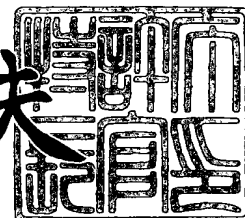
出 願 人 株式会社ノリタケカンパニーリミテド
Applicant(s):



2 0 0 4 年 4 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 14-9-2

【提出日】 平成15年 4月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 29/46

【発明者】

 【住所又は居所】 三重県伊勢市津村町白木 7 2 8 番 2 3 株式会社 ノリ
 タケカンパニーリミテド 開発・技術本部内

 【氏名】 余谷 純子

【発明者】

 【住所又は居所】 三重県伊勢市津村町白木 7 2 8 番 2 3 株式会社 ノリ
 タケカンパニーリミテド 開発・技術本部内

 【氏名】 上村 佐四郎

【発明者】

 【住所又は居所】 三重県伊勢市津村町白木 7 2 8 番 2 3 株式会社 ノリ
 タケカンパニーリミテド 開発・技術本部内

 【氏名】 倉知 宏行

【特許出願人】

 【識別番号】 000004293

 【氏名又は名称】 株式会社 ノリタケカンパニーリミテド

【代理人】

 【識別番号】 100064621

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山川 政樹

 【電話番号】 03-3580-0961

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 006194

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711688

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子放出源の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板にカールしたナノチューブ状繊維からなる被膜を配置する工程と、

前記基板の前記被膜が設けられた側の面を、この面に対して垂直方向から前記被膜を走査してレーザを照射する工程と

を含むことを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の電子放出源の製造方法において、
前記ナノチューブ状繊維は炭素からなることを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項 3】 請求項 2 記載の電子放出源の製造方法において、
前記被膜は、電着法、熱 CVD 法またはスプレー法により前記基板に配置される

ことを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の電子放出源の製造方法において、

前記レーザのエネルギー密度は、 $5 \sim 500 \text{ mJ/cm}^2$ である

ことを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項 5】 請求項 4 記載の電子放出源の製造方法において、
前記レーザは、エキシマレーザである

ことを特徴とする電子放出源の製造方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載の電子放出源の製造方法において、
大気中、ガス雰囲気中または真空中で前記被膜に前記レーザを照射する
ことを特徴とする電子放出源の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子放出源の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、FED(Field Emission Display)や蛍光表示管などでは、電子放出源としてCNT(Carbon Nano Tube)やCNF(Carbon Nano Fiber)等のナノチューブ状繊維が利用されている。このようなCNTを、図8に示す。図8は、従来のCNTの状態を示す電子顕微鏡写真である。この図8に示すように、従来のCNTは、カソード基板に対して垂直に配設されている(例えば、特許文献1参照)。

また、印刷法により上述したようなCNTをカソード基板上に配設する方法もある。この場合、基板にCO₂レーザやYAGレーザを照射し、表面のフィラーや混在しているグラファイト微粒子などを除去することにより、電子放出源となるCNTを基板表面に露出させている(例えば、特許文献2参照)。

また、熱CVD法によりカーリングしたCNTをカソード基板上に形成する方法もある(例えば、特許文献3参照)。

【0003】

なお、出願人は、本明細書に記載された先行技術文献情報で特定される先行技術文献以外には、本発明に関連する先行技術文献を出願時までに発見するには至らなかった。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-329312号公報

【特許文献2】

特開2000-36243号公報

【特許文献3】

特開2001-229806号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、カソード基板上に配設されたCNTに高さの違いが生じると、その違いがわずかな値であっても最も高いCNTに局所的な電界集中が起こり、

エミッションが局所的に起こるという問題が発生していた。また、その局所的なエミッションは、CNTの破壊を引き起こし、このCNTの破壊が次々と生じるという問題も発生していた。このような局所的な電界集中やCNTの破壊が発生すると、電子放出源から安定したエミッションが得られない。

また、CNTが絡み合った状態で配設されたカソードにおいても、電界が印加されにくい箇所が発生し、均一なエミッションが得られていなかった。

このため、従来より、安定したエミッションが得られる電子放出源が待望されていた。

そこで、本発明は、上述したような課題を解決するためになされたものであり、安定したエミッションを得ることができる電子放出源の製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上述したような課題を解決するために本発明の電子放出源の製造方法は、基板にカールしたナノチューブ状繊維からなる被膜を配置する工程と、基板の被膜が設けられた側の面を、この面に対して垂直方向から被膜を走査してレーザを照射する工程とを含むことを特徴とする。

【0007】

本発明の1構成例として、ナノチューブ状繊維は主に炭素からなり、先端などに金属微粒子が含まれていてもよい。また、被膜は、電着法、熱CVD法またはスプレー法により基板に配置されるようにしてもよい。

【0008】

本発明の1構成例として、レーザのエネルギー密度は、 $5 \sim 500 \text{ mJ/cm}^2$ でもよい。また、レーザは、エキシマレーザでもよい。さらに、大気中、窒素などのガス雰囲気中または真空中で被膜にレーザを照射するようにしてもよい。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本実施の形態にかかる光源管の断面図である。

全体を符号 1 で示す光源管は、円筒形のガラス管の一端に透光性を有するフェースガラスが低融点フリットガラスで接着固定され、他端に複数のリードピンが挿通されるとともに排気管が一体的に形成されたステムガラスが溶着されて形成された真空外囲器 2 を有し、この真空外囲器 2 内は $10^{-3} \sim 10^{-6}$ Pa 程度の圧力に真空排気されている。

【0010】

真空外囲器 2 内部には、フェースガラスが設けられた端部側にフェースガラスに対向する面に蛍光体（図示せず）が被着したアノード 3 が配置され、このアノード 3 に対向して略箱状のゲート構造体 4 がアノード 3 の方向にメッシュ部 4-1 を向けて配設され、このゲート構造体 4 の中にカソード構造体 5 が絶縁体を介して配設されている。そして、アノード 3、ゲート構造体 4 およびカソード構造体 5 のそれぞれには、真空外囲器 2 の外に引き出されたリードピンを介して電圧が印加される。

【0011】

金属基板からなるアノード 3 は、ゲート構造体 4 およびカソード構造体 5 のそれぞれに対して略平行に設置される。

金属基板からなるゲート構造体 4 は、メッシュ部 4-1 とこのメッシュ部 4-1 をカソードより所定の間隔だけ離間させて指示する周辺部 4-2 とから構成される。

【0012】

カソード構造体 5 は、金属基板からなるカソード 6 のゲート構造体 4 に対向する表面に電子放出材料として CNT からなる被膜 7 が配置されている。

カソード 6 は、鉄、ニッケル等を主成分とする合金から構成される。なお、カソード 6 には、鉄を使用することもできる。この場合、工業用純鉄（99.96 Fe）を使用するが、その純度は特に規定の純度が必要なわけではなく、例えば、純度 97% や 99.9% などでもよい。また、カソード 6 には、鉄を含む合金としては、例えば、42 合金や 42-6 合金などが使用できるが、これに限られるものではない。

【0013】

本実施の形態において、カソード6には、ピッチ $450\mu\text{m}$ 、ライン幅 $80\mu\text{m}$ の六角構造をしたメッシュが形成されているが、メッシュの貫通口の開口部の形状は、金属基板上で被膜の分布が均一となるものであればどのような形状でもよく、開口部の大きさが同一である必要はない。例えば、開口部の形状が三角形、四角形、六角形などの多角形やこれら多角形の角を丸めたもの、または円形や楕円形などでもよい。また、金属部分の隣り合う貫通孔の間の断面形状は、方形に限られるものではなく、例えば、円形や楕円形などの曲線で構成されたものや、三角形、四角形、六角形などの多角形やこれらの多角形の角を丸めたものなどでも何でもよい。

【0014】

次に、被膜7のカソード6への配設方法について説明する。被膜7は、電着法、熱CVD法、スプレー法等で製造することができる。

最初に、電着法によるCNTの配設方法について説明する。

まず、アーク放電等の方法で生成したCNT 100mg を、硝酸中で還流して触媒金属等の不純物を取り除き、イソプロピルアルコール（IPA） 100cc の中に入れ、超音波や界面活性剤を用いてIPA中に均一に分散させた電着溶液を作製する。次に、カソード6と、ステンレスからなる対向電極とを、 10mm の間隔を空けて平行になるように電着溶液中に設置し、 50V の電圧を1分間加える。電圧を加えた後、金属基板を電着溶液から引き出し、乾燥させると、カソード6上には、図2に示すような被膜7が形成される。図2は、電着法により生成された被膜7の電子顕微鏡写真である。

【0015】

被膜7を構成するナノチューブ状繊維は、太さが 1nm 以上 $1\mu\text{m}$ 未満程度で、長さが $1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 未満程度の炭素で構成された物質であり、グラファイトの単層が円筒状に閉じ、かつ円筒の先端部に五員環が形成された単層構造のカーボンナノチューブや、複数のグラファイト層が入れ子構造的に積層し、それぞれのグラファイト層が円筒状に閉じた同軸多層構造のカーボンナノチューブであってもよいし、構造が乱れて欠陥を持つ中空のグラファイトチューブやチューブ内に炭素が詰まったグラファイトチューブでもよい。また、これらが混在し

たものであってもよい。これらのナノチューブ状繊維は、一端が板状金属部材の表面や貫通孔壁に結合するとともに、図2によく示されるようにカールしたり互いに絡み合ったりして格子を構成する金属部分を覆い、綿状の被膜を形成している。この場合、被膜7は、カソード6を約 $5\mu\text{m}$ の厚さで覆い、滑らかな曲面を形成している。

【0016】

次に、熱CVD法による被膜7の配設方法について説明する。

反応容器にカソード6を入れて真空中に排気した後、一酸化炭素ガスを 500scm 、水素ガスを 1000sccm の比率で導入して1気圧に保ち、赤外線ランプで板状金属部材を $550\sim 600^{\circ}\text{C}$ で30分間加熱する。すると、カソード6上には、上述した電着法の場合と同様の被膜7が生成される。

【0017】

次に、スプレー法による被膜7の配設方法について説明する。

まず、電着法の場合と同様、CNTをIPA中に均一に分散させた溶液を作製する。この作製した溶液をエアブラシにより、エア圧力 0.1MPa でエアブラシの吹きだし口から約 10cm 離れたカソード6に溶液を吹き付ける。ここで、あらかじめ基板を加熱しておいて、溶液が蒸発し易くしておいてもよい。すると、カソード6上には、上述した電着法や熱CVD法の場合と同様の被膜7が生成される。

【0018】

上述したような方法で配設されたカソード構造体5の電子放出の均一性について測定した結果を図3に示す。図3は、レーザ照射前のカソード構造体5の電子放出密度を示す図、図4は、従来のカソード構造体の電子放出密度を示す図である。ここで、図3、4は、カソード構造体における電子放出の均一性をX方向、Y方向とも $40\mu\text{m}$ 間隔で設けた測定点ごとの電流密度を示し、ピークが $0.1\text{mA}/\text{cm}^2$ でレベリングしてある。

【0019】

図4に示すCNTを垂直に配設したカソード構造体は、CNTに高さの違いが生じているため、エミッションが局所的に起こっていることがわかる。

一方、図3に示す本実施の形態のレーザ照射前のカソード構造体5は、CNTがカールしたり絡み合うことにより綿状の被膜7が形成され、この被膜7が滑らかな表面を有するので、カソード構造体5全体に均一に電界が印加され、結果としてエミッションがカソード構造体5全体から起こっていることがわかる。

このように、本実施の形態によれば、綿状の被膜7を形成することにより、エミッションがカソード構造体5全体から起こり、安定したエミッションを得ることができる。

【0020】

次に、本実施の形態では、上述したような方法で被膜7を形成した後、この被膜にレーザを照射する。このレーザ照射は、大気中、窒素等のガス雰囲気中また真空中などにおいて行われ、レーザのエネルギー密度は $5 \sim 500 \text{ mJ/cm}^2$ 、好ましくは $10 \sim 150 \text{ mJ/cm}^2$ 程度がよい。このため、レーザとしては、例えばXeClレーザ、KrFレーザ等のエキシマレーザを用いることができる。このようなレーザを、カソード6の被膜7が配置された面に対して垂直方向から被膜7全体をビームの直径間隔で走査し、被膜7全体または一部を一様に照射すると、図5に示すような被膜が形成される。図5は、レーザ照射後の被膜7の電子顕微鏡写真である。

【0021】

次に、レーザ照射前の被膜7と、レーザ照射後の被膜7の状態を図5、6を参照して説明する。図6は、レーザ照射前の被膜7の電子顕微鏡写真である。ここで、図5、6に示される被膜7は、熱CVD法で形成されたものである。

図5に示すレーザ照射後の被膜7は、レーザ照射によりCNTが切断されるため、CNTの密度が低く、かつCNTの端部も多いことがわかる。

一方、図6に示すレーザ照射前の被膜7は、CNTが混んでおり、CNTの密度が高い。また、1つ1つのCNTが長いため、電子放出源となるCNTの端部が少ないことがわかる。

【0022】

次に、図3と図7を参照して、レーザ照射前の被膜7とレーザ照射後の被膜7の電子放出の均一性について比較する。図7は、レーザ照射後のカソード構造体

5の電子放出密度を示す図である。ここで、図3および図7は、それぞれ同じ条件の下での実験結果であり、カソード構造体における電子放出の均一性をX方向、Y方向とも40 μm 間隔で設けた測定点ごとの電流密度を示している。なお、表示画面の都合上、図3および図7では、表示ピークを0.1 mA/cm^2 でレベリングしている。したがって、図3および図7において、グラフの上方または上端が平らな部分、すなわち水平な直線で表現されている部分は、電流密度が0.1 mA/cm^2 を超えていることを意味する。

【0023】

図3（レーザ照射前）は図7（レーザ照射後）に比べて、グラフの上端が平らな部分が多いことがわかる。これは、上述したようにピークを0.1 mA/cm^2 でレベリングしているので、図3に示すレーザ照射前のカソード構体5の電流密度は、0.1 mA/cm^2 より高い部分が多いことを意味する。実験結果によると、最大電流密度は、レーザ処理前が3.84 mA/cm^2 、レーザ処理後が0.37 mA/cm^2 であり、レーザ処理後の方が約1桁ほど低い値を示している。したがって、レーザ照射後のカソード構体5は、CNTを切断することにより被膜7の表面が一様な高さに形成されるので、局所的な電界集中を防ぐことができ、安定したエミッションを得られることがわかる。

【0024】

また、実験結果によると、カソード構造体5に流れるトータル電流は、レーザ照射前が1.72 mA 、レーザ照射後が1.65 mA であり、両者ともほぼ同じである。上述したように最大電流密度はレーザ照射前と照射後で異なるが、トータル電流はレーザ照射前と照射後でほぼ同じというこの結果によると、レーザ照射後のカソード構体5では、レーザによりCNTが切断されることによりエミッションサイトとなるCNTの端部が増加し、被膜7全体から均一なエミッションが得られているということがわかる。

【0025】

さらに、実験結果によると、同じ電流量（トータル電流）を得るために必要な電圧は、レーザ照射前が945 V 、レーザ照射後が725 V となっており、レーザ照射後の方が低くなっている。これは、被膜7におけるCNTの密度が関係し

ている。すなわち、CNTの密度が高いと、エミッションサイトとなるCNTの端部を覆う被膜7を構成するCNTは、その端部近傍にエミッションに必要な電界が付加されるのを阻害してしまう。このため、CNTの密度が高いレーザ照射前のカソード構体5は、高電圧を印加しなければ電子を引き出すことができない。一方、レーザ照射後のカソード構体5は、レーザ照射によりCNTが切断され、CNTの密度が最適化されているため、低い電圧で電子を引き出すことが可能となっている。

【0026】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、基板に配置されたカールしたナノチューブ繊維からなる被膜にレーザを照射することにより、被膜の表面が一様な高さに形成され、局所的な電界集中を防ぐことができるので、安定したエミッションを得ることができる。また、エミッションサイトとなるナノチューブ状繊維の端部の数が多くなるので、被膜全体からの均一なエミッションを得ることができる。さらに、レーザ照射によりナノチューブ状繊維が切断され、ナノチューブ状繊維の密度が最適化されているため、低い電圧でエミッションを得ることも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態にかかる光源管の断面図である。

【図2】 電着法により生成された被膜7の電子顕微鏡写真である。

【図3】 レーザ照射前のカソード構造体5の電子放出密度を示す図である。

【図4】 従来のカソード構造体の電子放出密度を示す図である。

【図5】 レーザ照射後の被膜7の電子顕微鏡写真である。

【図6】 レーザ照射前の被膜7の電子顕微鏡写真である。

【図7】 レーザ照射後のカソード構造体5の電子放出密度を示す図である。

【図8】 従来のCNTの状態を示す電子顕微鏡写真である。

【符号の説明】

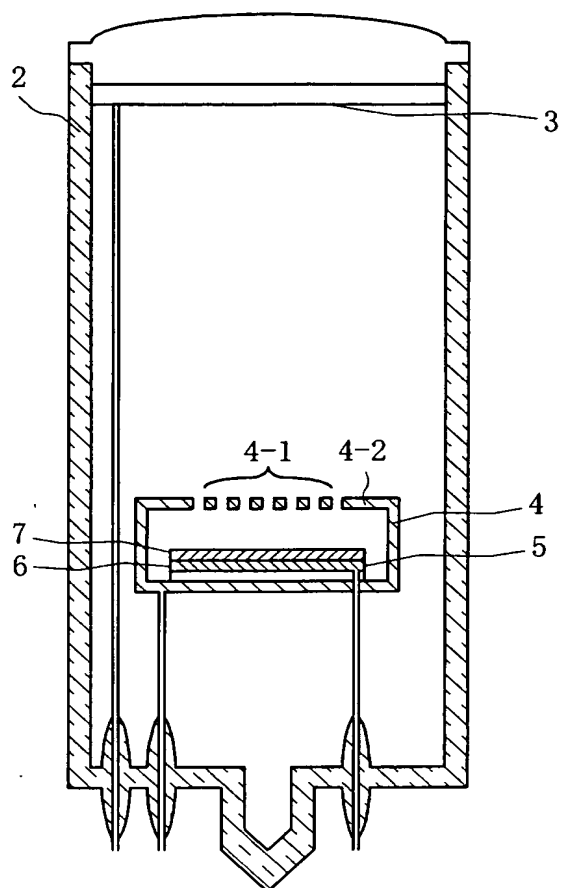
1…光源管、2…真空外囲器、3…アノード、4…ゲート構造体、5…カソード構造体、6…カソード、7…被膜。

【書類名】

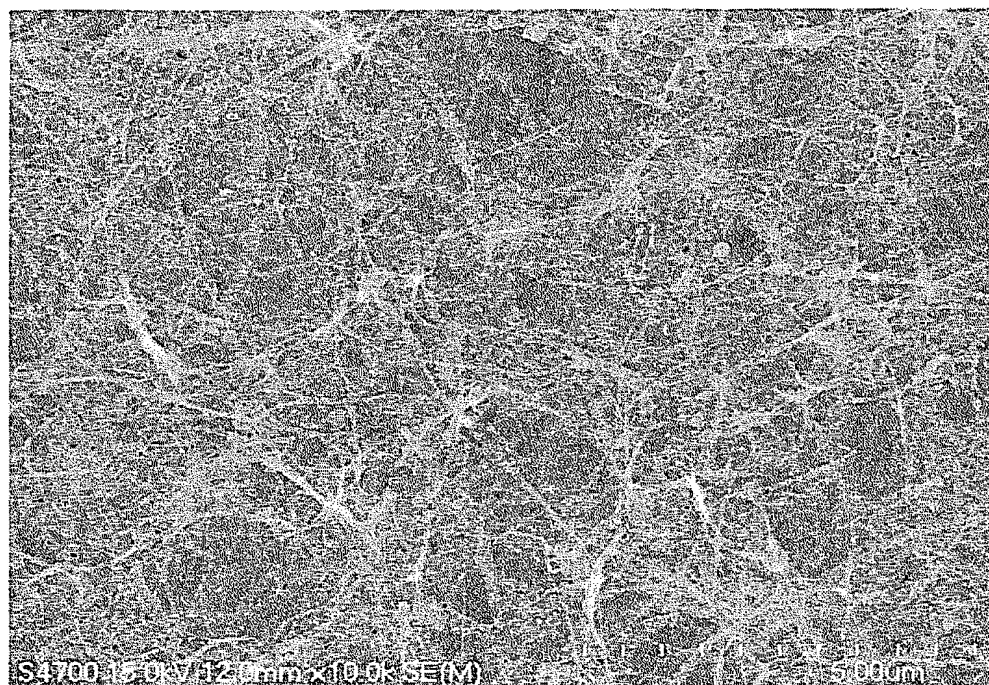
図面

【図 1】

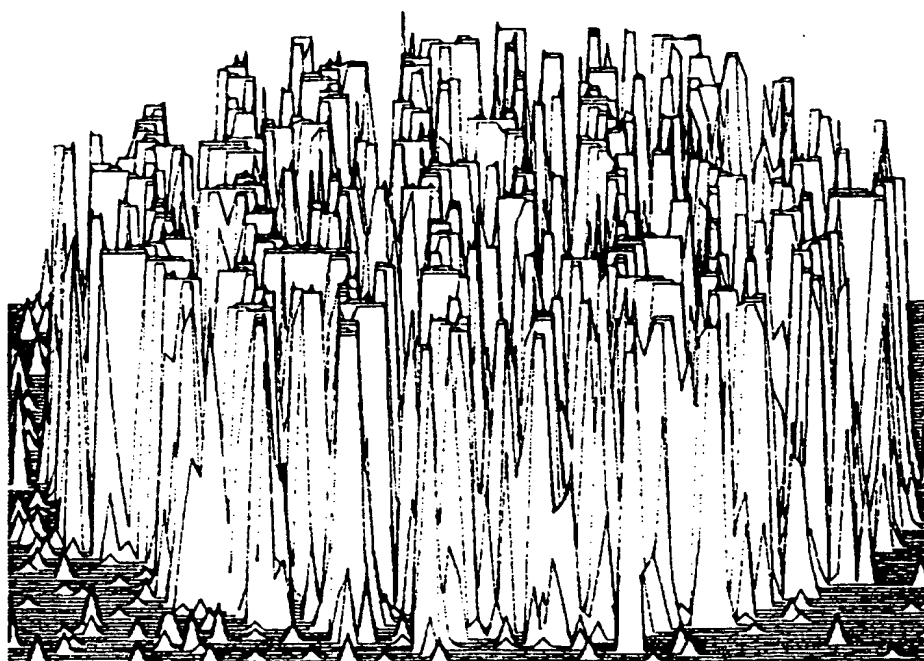
1



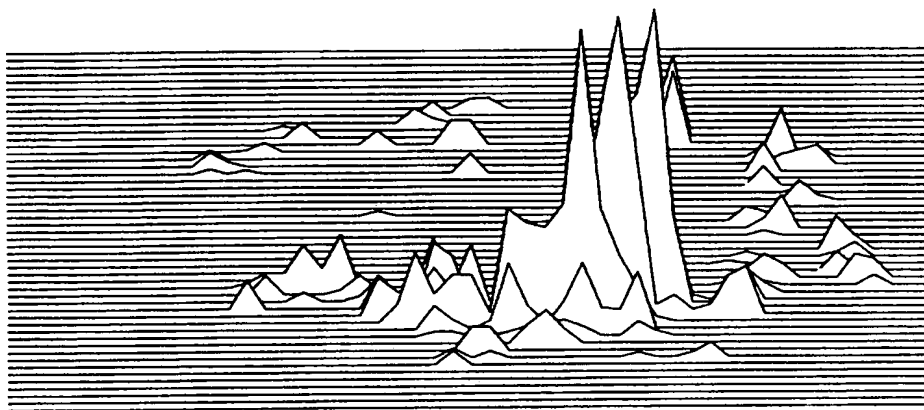
【図 2】



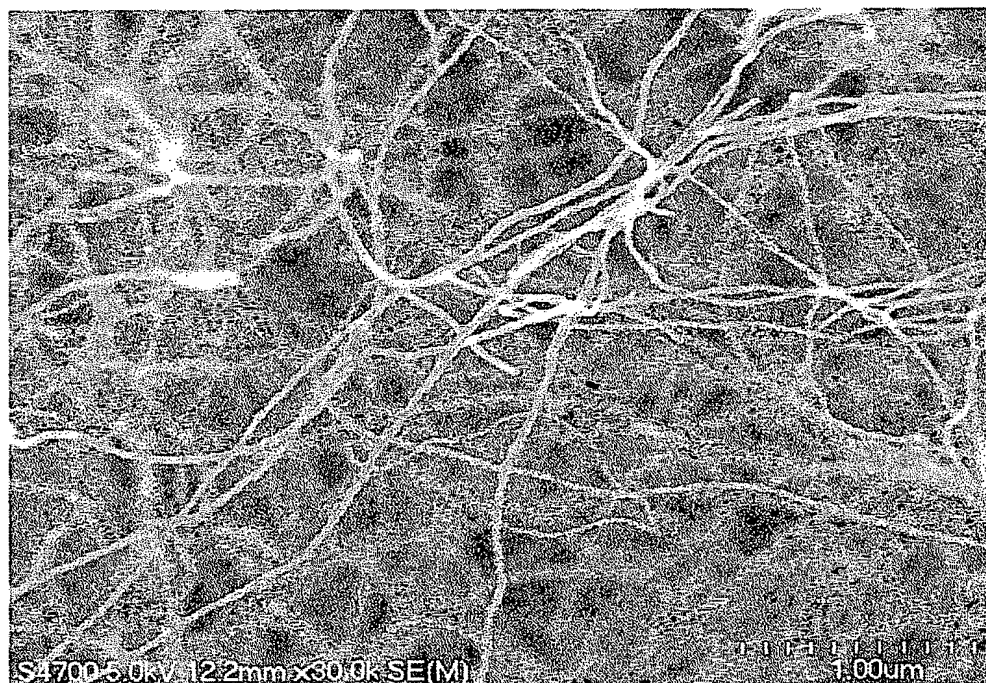
【図 3】



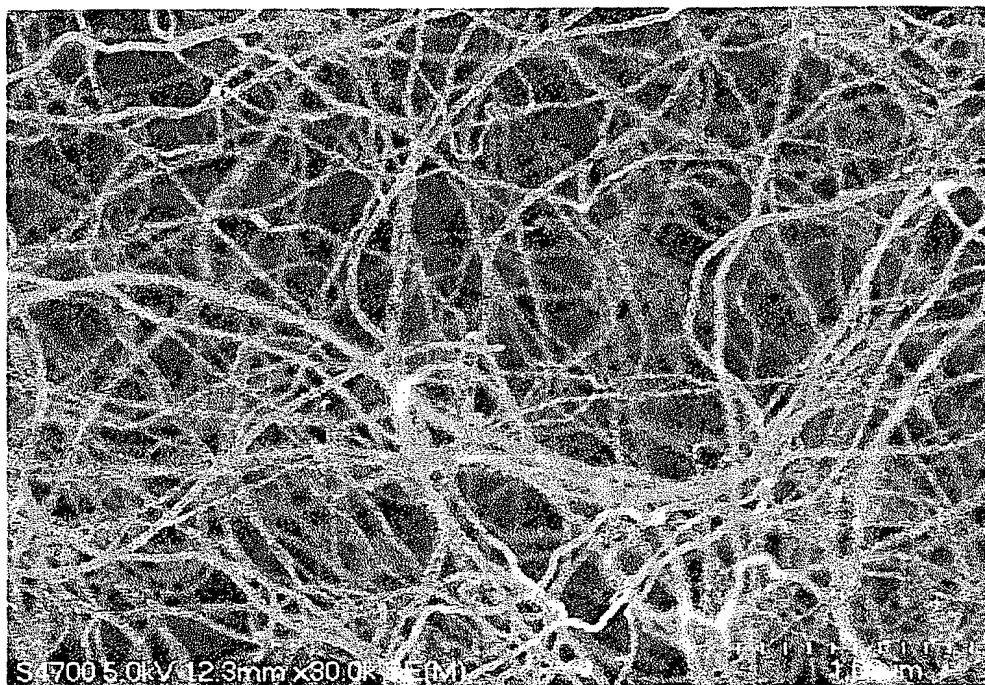
【図 4】



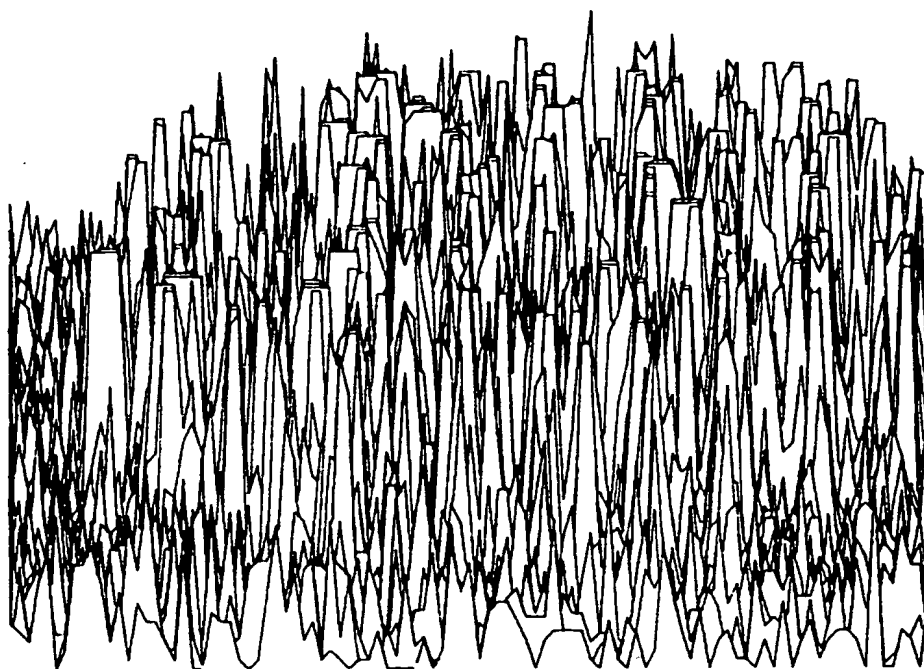
【図 5】



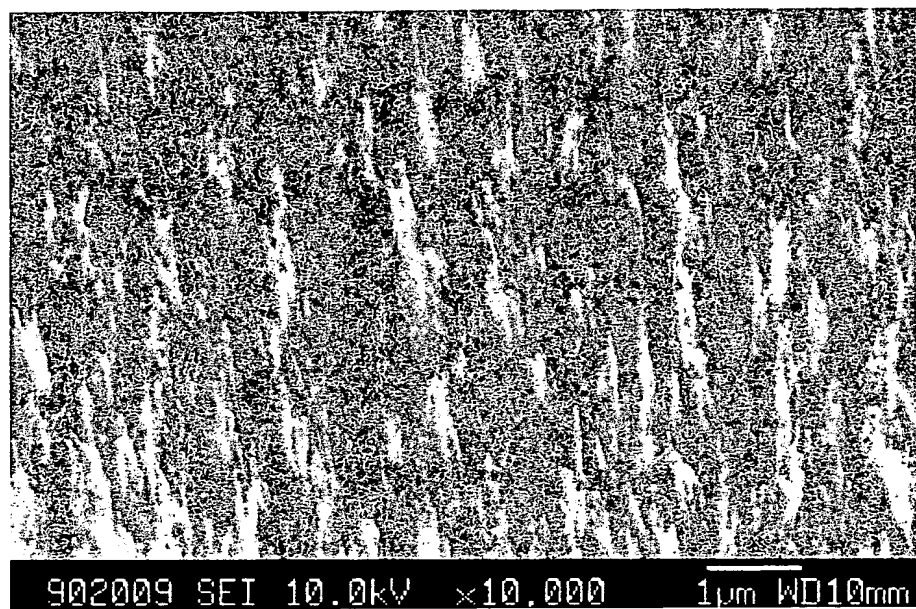
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安定したエミッションを得ることができる電子放出源の製造方法を提供する。

【解決手段】 電着法、熱 C V D 法またはスプレー法により被膜 7 を形成した後、この被膜にレーザを照射する。このレーザ照射により、被膜 7 を構成するカーボンナノチューブが切断され、カーボンナノチューブの密度が最適化される。このように被膜 7 を形成することにより、カソード構体 5 から安定したエミッションを得ることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 1 0 2 9 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 9 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市西区則武新町 3 丁目 1 番 3 6 号

氏 名

株式会社ノリタケカンパニーリミテド